



**GDAŃSK UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY**

Usługi konferencyjne w systemach VoIP

Michał Hoefft



Usługa telekonferencji:

Usługi telekonferencji/wideokonferencji stanowią popularną metodę komunikacji:

- możliwość komunikacji w rozproszonym zespole
- rozszerzenie standardowych połączeń do obsługi większej liczby uczestników
- możliwość integracji, stworzenia wirtualnego środowiska pracy

Dedykowane usługi konferencyjne stwarzają potrzebę opracowania nowych rozwiązań protokolarnych i architektur systemów.



Modele systemów telekonferencji:

Systemy konferencyjne są złożonymi aplikacjami, których działanie może być analizowane w kilku płaszczyznach:

- *sygnalizacji,*
- *przetwarzania mediów,*
- *zarządzania.*

Elementy te mogą być realizowane zgodnie z różnymi podejściami:

- *scentralizowanym,*
- *rozproszonym,*
- *mieszanym.*



Elastyczność sieci IP pozwala na zastosowanie różnych modeli:

Dla sygnalizacji:

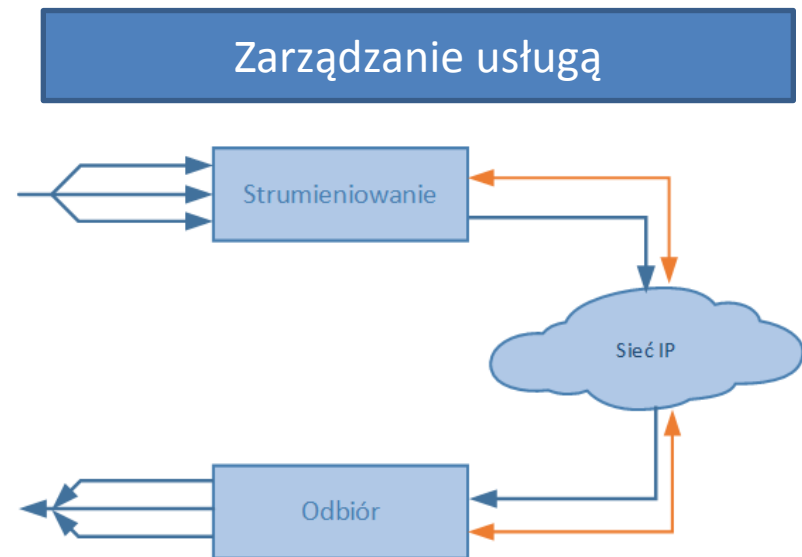
- scentralizowanego
- rozproszonego

Dla przetwarzania mediów:

- scentralizowanego
- rozproszonego
- multicast
- mieszanego

Dla zarządzania:

- scentralizowanego
- rozproszonego

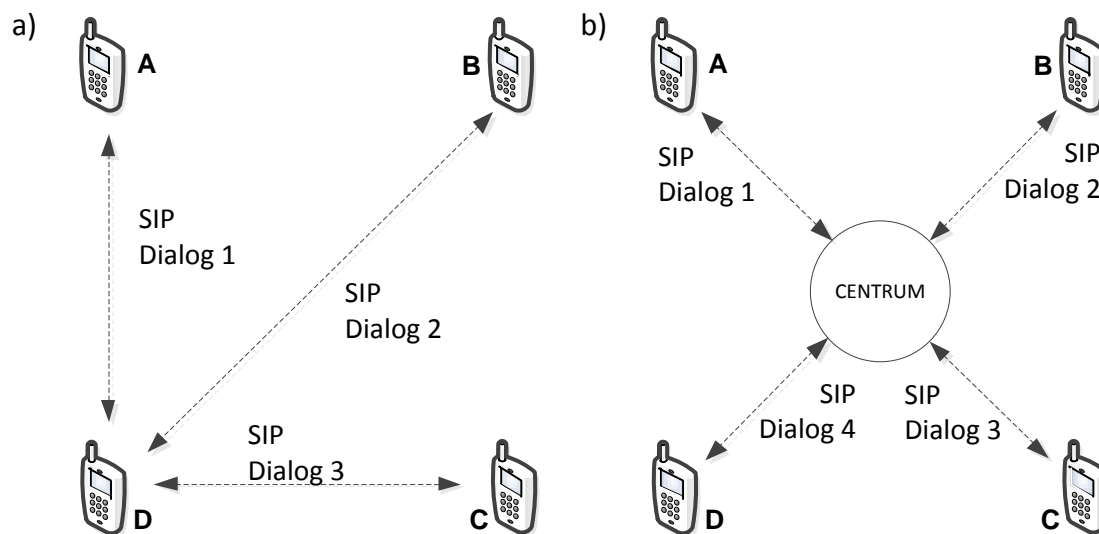




Modele sygnalizacji:

Model scentralizowany (Tightly-coupled signaling):

- *punktem centralnym jest jeden z uczestników konferencji*
- *scentralizowanie telekonferencji w dedykowanym serwerze nazywanym centrum*

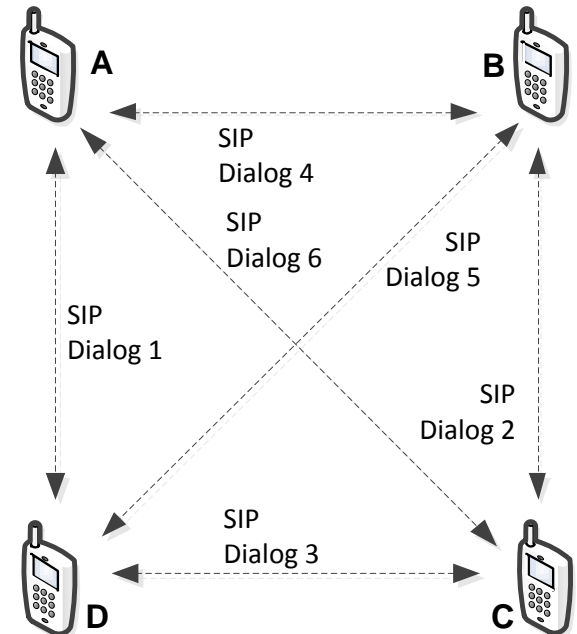


Modele sygnalizacji:

Model rozproszony (Fully-coupled signaling):

- *sygnalizacja realizowana jest bezpośrednio pomiędzy poszczególnymi uczestnikami konferencji*

- Technologia multicast do przesyłania wiadomości SIP ma ograniczone zastosowanie. Jest to związane z mechanizmem dialogu nawiązywanego tylko między dwoma aplikacjami SIP
- Zastosowanie transmisji grupowej do transmisji żądań, które mogłyby mieć charakter grupowy (np. INVITE, czy NOTIFY) prowadzi do powstania problemów na przykład z akceptowaniem grupowych identyfikatorów URI, synchronizacji numerów sekwencyjnych i identyfikatorów dialogu (CSeq, Call-ID).

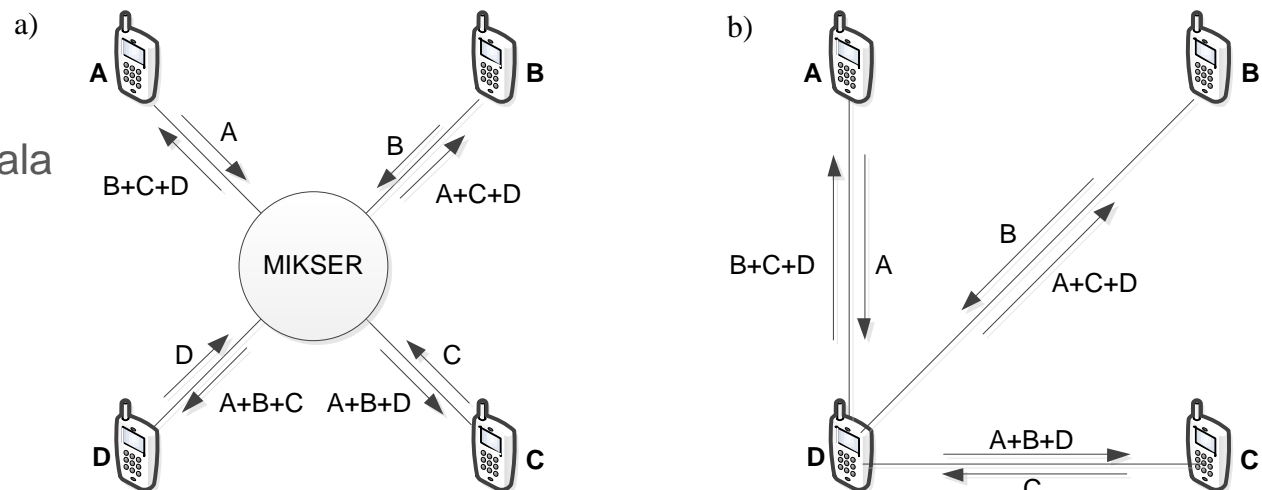


Modele przetwarzania mediów:

Model scentralizowany (Tightly-coupled signaling):

- punktem centralnym jest jeden z uczestników konferencji
- scentralizowanie telekonferencji w dedykowanym serwerze nazywanym centrum

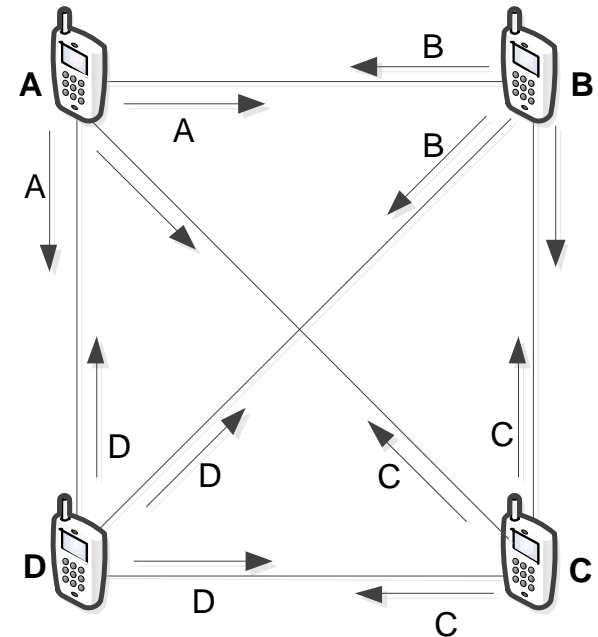
Model scentralizowany pozwala na całkowitą kontrolę nad telekonferencją oraz nad sposobem dostarczania strumienia mediów do odbiorców.



Modele przetwarzania mediów:

Model rozproszony:

- bezpośrednie połączenie uczestników telekonferencji na zasadzie każdy z każdym
- Model ten narzuca znaczną złożoność operacji wykonywanych po stronie klienta, który musi dokonać miksowania odbieranych strumieni mediów.
- Wszyscy uczestnicy konferencji w modelu rozproszonym powinni korzystać z tego samego kodeka.
- Wymagane jest duża przepustowość łączy między uczestnikami telekonferencji pozwalające na przesłanie odpowiedniej liczby strumieni mediów.

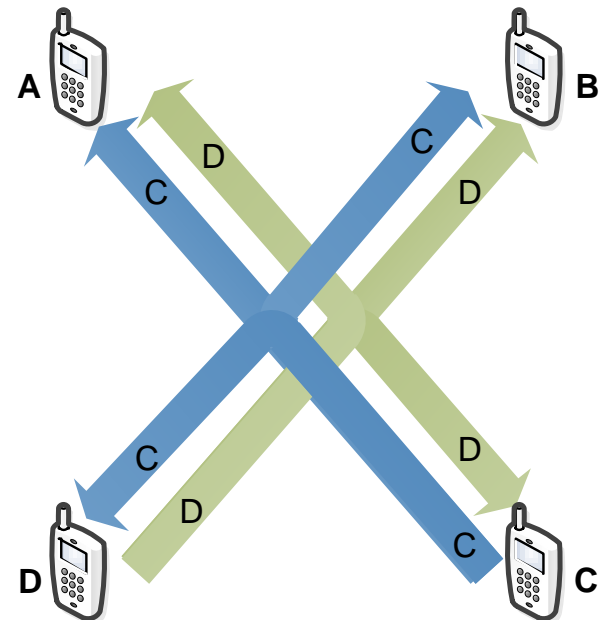




Modele przetwarzania mediów:

Rozproszony system telekonferencyjny wykorzystujący multicast :

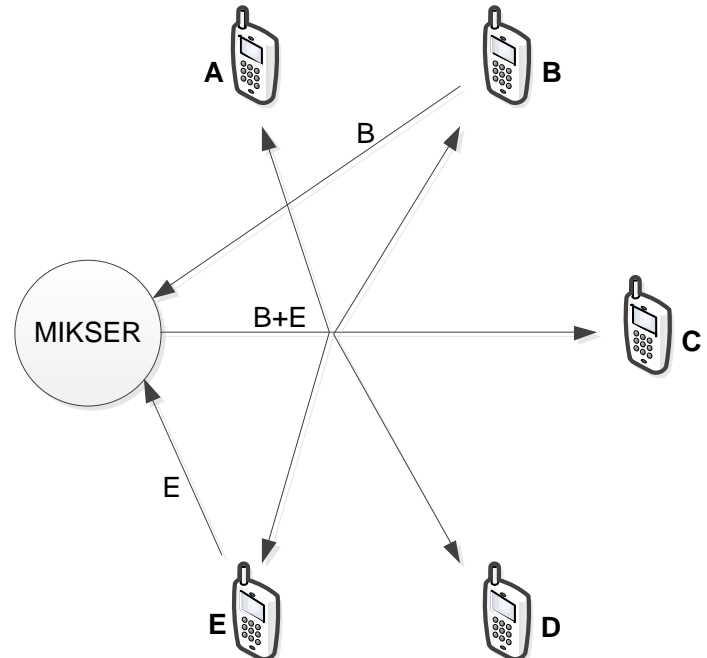
- odmianą modelu rozproszonego wykorzystującą technikę multicast do dostarczanie strumieni mediów
- Aktywny klient wysyła tylko jeden strumień mediów na adres multicast, a sieć realizuje dostarczenie tego strumienia do pozostałych uczestników telekonferencji.
- Często upraszcza się taki scenariusz pozwalając na jednoczesne nadawanie tylko jednemu użytkownikowi. W takim przypadku w wiadomości SDP mogą zostać wykorzystane parametry `<sendonly>` oraz `<recvonly>`.



Modele przetwarzania mediów:

Model mieszany:

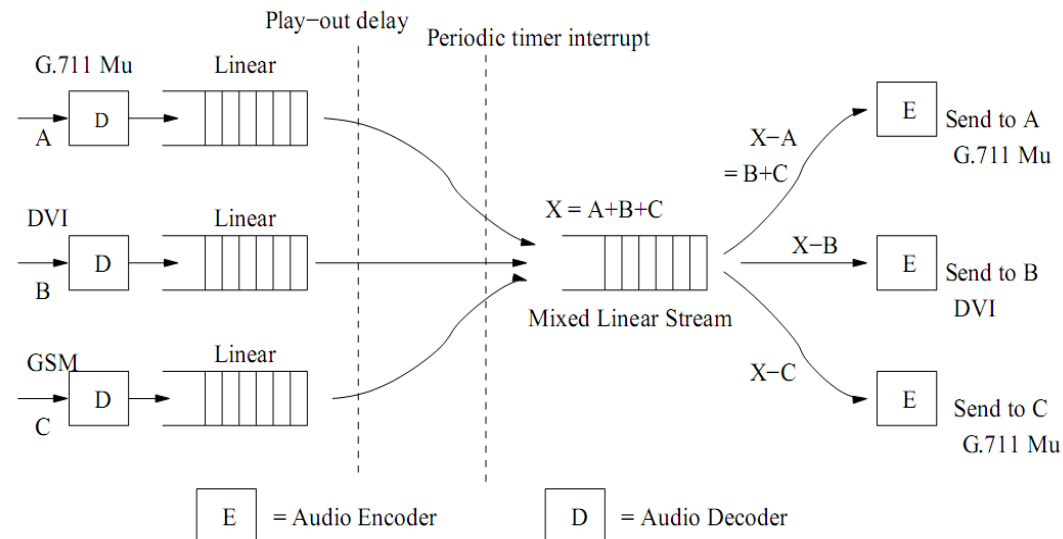
- połączenie scentralizowanego oraz rozproszonego systemu telekonferencyjnego wykorzystującego multicast
- Wspólny strumień przesyłany jest do wszystkich uczestników telekonferencji. Po stronie klienta pozostaje kwestia odfiltrowania jego własnego strumienia, w celu usunięcia echa.
- W porównaniu z modelem scentralizowanym zysk w ograniczeniu zapotrzebowania na pasmo jest tym większy im mniejsza jest grupa aktualnie aktywnych (nadających) użytkowników w stosunku do wszystkich uczestników.



Realizacja miksera strumieni audio:

Przetwarzanie strumieni audio najczęściej realizowane jest według schematu *dekodowanie-miksowanie-kodowanie*

- Funkcja miksowania wywoływana jest co określony czas (czas pakietyzacji próbek wychodzących).
- Próbkki od poszczególnych aktywnych uczestników są sumowane ($X = A+B+C$)
 - proste sumowanie możliwe jest dzięki dekodowaniu na próbki o liniowej kwantyzacji.
- Przed wysłaniem sumowanego strumienia do aktywnego uczestnika, strumień wejściowy od tego uczestnika jest odejmowany (np. $X-A$).





Realizacja miksera strumieni audio:

- W przypadku realizacji funkcji umożliwiającej określenie relacji dla poszczególnych uczestników konieczna jest modyfikacja logiki miksera
- Ograniczona długość słowa bitowego przeznaczonego dla próbki w przypadku sumowania/odejmowania może doprowadzić do przekroczenia górnej/dolnej wartości, jakie mogą być zapisane w takim słowie
 - W celu uniknięcia tej niedogodności stosuje się sumowanie ważone. Istnieją różne kryteria doboru wag
- W przypadku, gdy wszyscy uczestnicy konferencji korzystają z tego samego kodeka audio można, w trakcie przetwarzania mediów, zrezygnować z kodowania/dekodowania strumieni audio.
 - W takim przypadku sumowania strumieni realizowane jest na podstawie przygotowanej dla danego kodeka tablicy.



Porównanie modeli przetwarzania mediów :

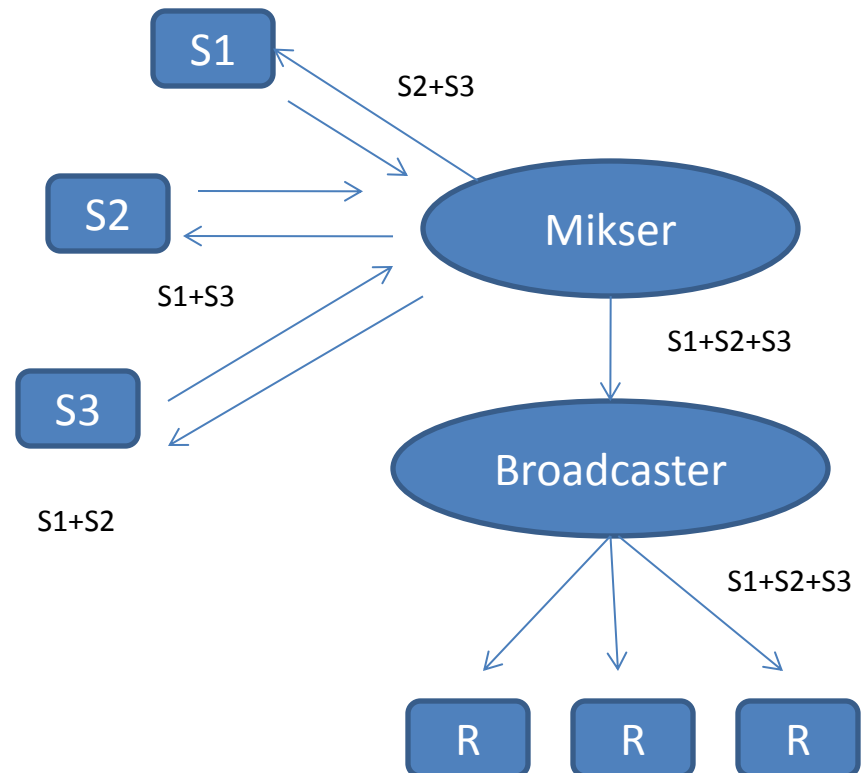
Model	Topologia	Złożoność operacji serwera	Złożoność operacji klienta	Pasmo serwera	Pasmo klienta	Skalowalność
Scentralizowany	gwiazda	$O(S+R)$	$O(1)$	$O(S+R)$	$O(1+1)$	średnia
Scentralizowany w węzle klienta	gwiazda	-	$O(S+R)$ i $O(1)$	-	$O(S+R)$ i $O(2)$	mała
Rozproszony	sieć	-	$O(S)$	-	$O(S+R)$	średnia
Rozproszony Multicast	drzewo	-	$O(S)$	-	$O(S+1)$	duża
Mieszany	gwiazda i drzewo	$O(S)$	$O(1+1)$	$O(S)$	$O(1+1)$	duża



Broadcaster audio:

Praktyczne rozwiązanie problemu skalowalności miksera

- Podział uczestników konferencji na użytkowników nadających (S) i dobierających (R)
- Zakłada się, że użytkownicy R nie mają prawa zabierać głosu w trakcie telekonferencji
- Mikser zgodnie z mówioną procedurą przetwarza strumień S
- Broadcaster strumień wyjściowy miksera rozprowadza do odbiorców R





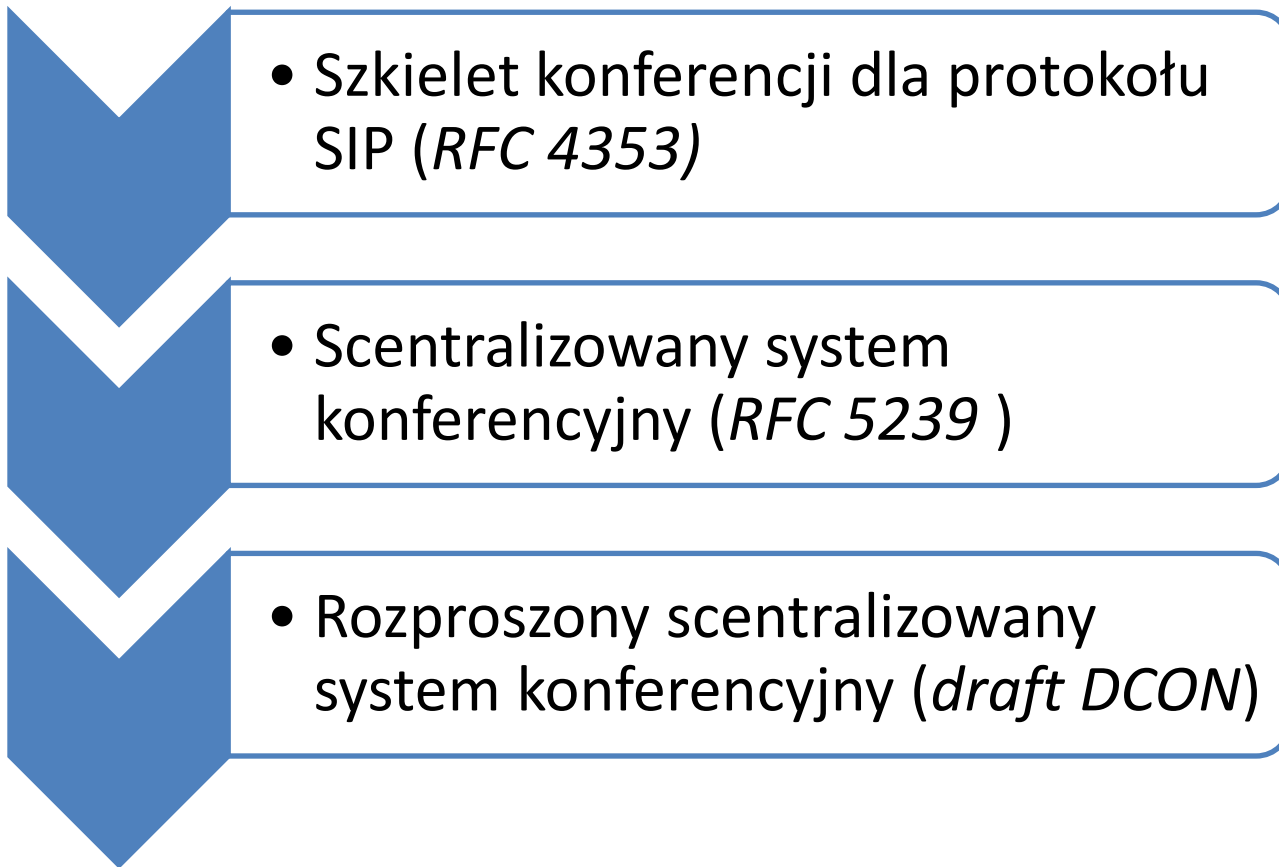
Modele zarządzania konferencją:

W ramach zarządzania systemem konferencyjnym można wyszczególnić następujące funkcjonalności:

- Definiowanie polityki konferencji w postaci zasad obowiązujących w trakcie jej zestawiania i jej trwania.
- Moderowanie konferencji poprzez możliwość dodawania i usuwania uczestników, wyciszanie, udzielanie głosu, regulację poziomu głośności dla poszczególnych uczestników.
- Współdzielenie i prezentacja dokumentów oraz obszarów roboczych.
- Możliwość głosowania, tworzenia ankiet.
- Możliwość sygnalizowania chęci zabrania głosu (podniesienie ręki).
- Nagrywanie rozmów oraz generowanie szkiców dla minut z telekonferencji.



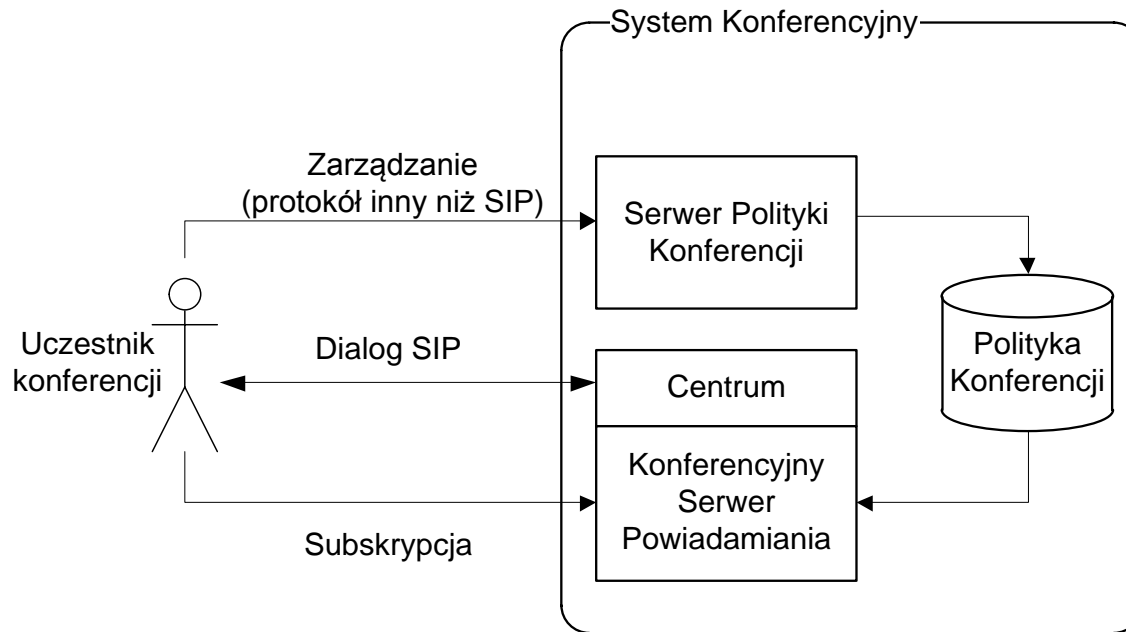
Rozwój scentralizowanych telekonferencji:





Szkielet konferencji dla protokołu SIP:

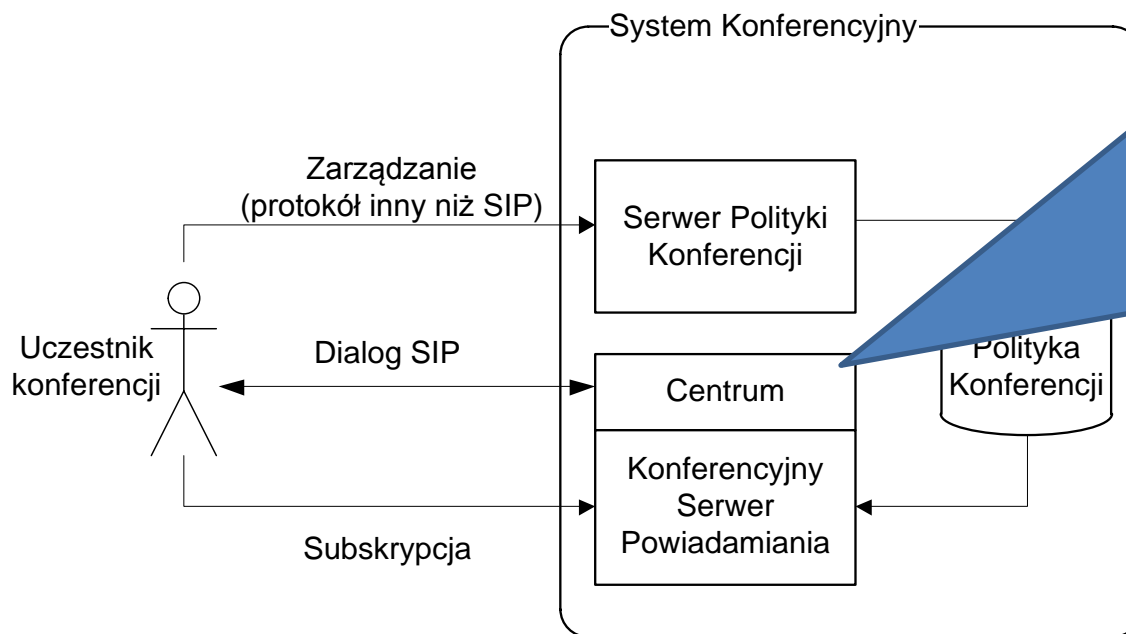
Architektura elementów sygnalizacji:





Szkielet konferencji dla protokołu SIP:

Architektura:

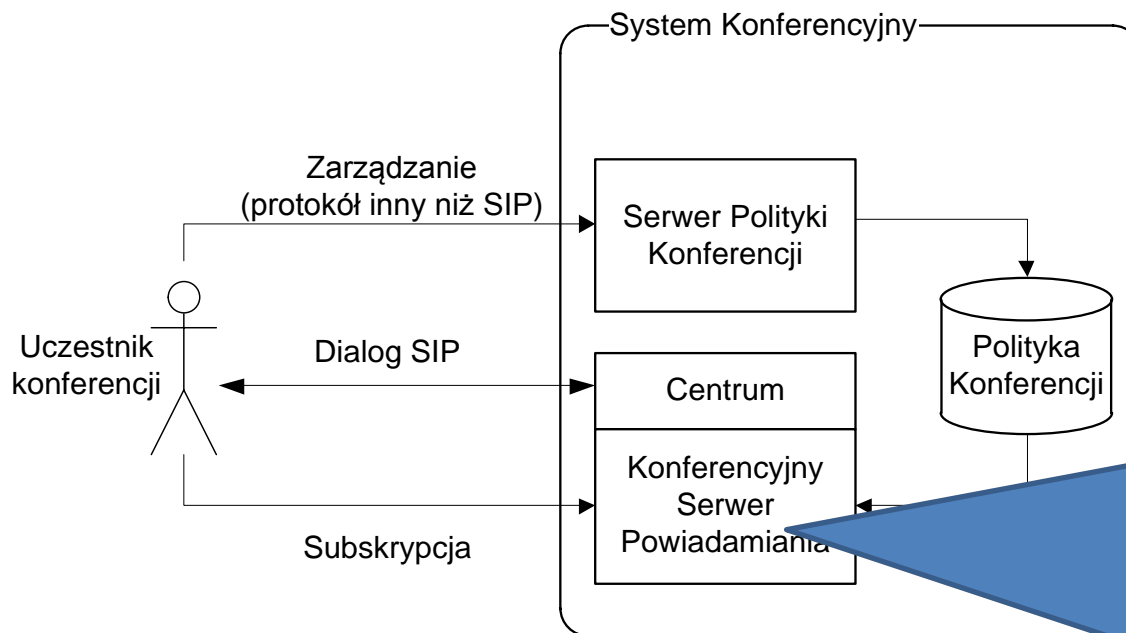


Centrum (ang. *focus*) jest głównym, logicznym elementem konferencji. Wszyscy uczestnicy konferencji utrzymują dialog sygnalizacji SIP. Centrum jest odpowiedzialne za utrzymanie i nadzorowanie tego dialogu. Realizuje ono zdefiniowaną politykę konferencji, decyduje czy dany klient może zostać dopuszczony do konferencji. Dodatkowo centrum nadzoruje przebieg i koordynuje sesje mediów, komunikuje się z mikserem w celu zapewnienia połączenia dla wszystkich uczestników.



Szkielet konferencji dla protokołu SIP:

Architektura:



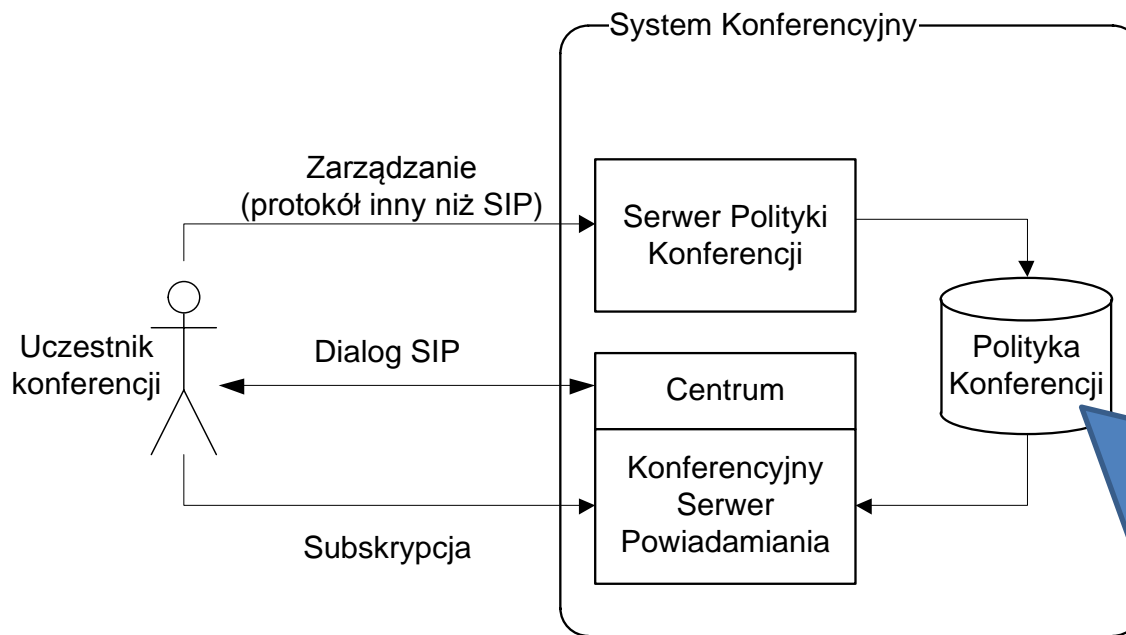
Konferencyjny Serwer

Powiadamiania jest elementem logicznym realizującym funkcje powiadamiania o zdarzeniach zgodnie z propozycją standardu zawartą w RFC3265 oraz jego rozszerzeniach RFC3265, RFC 4575. Użytkownik posiada możliwość subskrypcji powiadamiania, po której otrzymywać będzie komunikaty informujące o zmianie stanu konferencji np. dołączenia nowego uczestnika. Mechanizmy powiadamiania są rozwiązaniami protokołu SIP dedykowanymi do realizacji tej funkcjonalności w konferencjach.



Szkielet konferencji dla protokołu SIP:

Architektura:

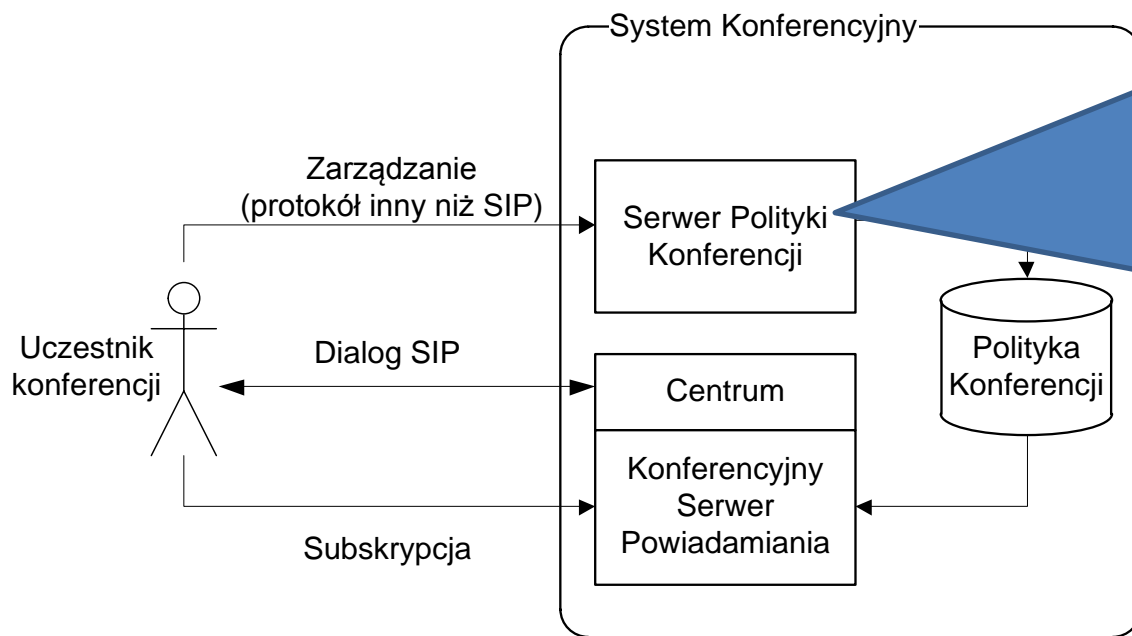


Polityka Konferencji to zbiór zasad i reguł obowiązujących uczestników konferencji. Może ona zawierać tzw. białą, czy czarną listę uczestników oraz bardziej złożone założenia. Przykładem może być definiowanie reguł zmiennych w czasie, zależnych od liczby uczestników oraz obecności konkretnych klientów. Polityka konferencji nie podlega standaryzacji.



Szkielet konferencji dla protokołu SIP:

Architektura:



Polityka konferencji przechowywana na logicznym **serwerze polityki**, z którym operator może komunikować się przy pomocy protokołu innego niż SIP. Najnowsze standardy i zalecenia RFC proponują protokół CCMP.

Serwer ten nie jest jednak powszechnie implementowany, a polityka konferencji najczęściej definiowana jest przez aplikację internetową np. w formie dedykowanej strony internetowej.



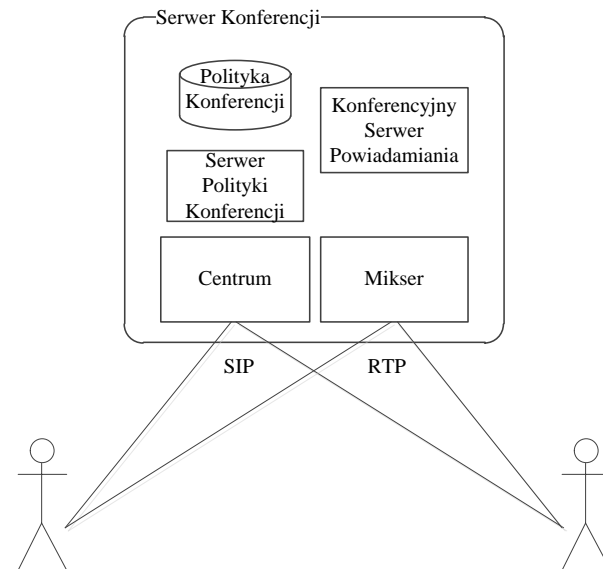
Szkielet konferencji dla protokołu SIP:

Implementacja scentralizowanego serwera konferencyjnego wykorzystującego SIP :

Popularnym rozwiązaniem jest zaimplementowanie wszystkich elementów na jednym serwerze. Komunikacja między nimi przebiega z wykorzystaniem wewnętrznych interfejsów.

Jest to rozwiązanie **scentralizowane** zarówno pod względem sygnalizacji, jaki i przetwarzania mediów

Prostota realizacji pociąga za sobą niestety ograniczenia wydajności co prowadzi do ograniczonej liczby obsługiwanych użytkowników.



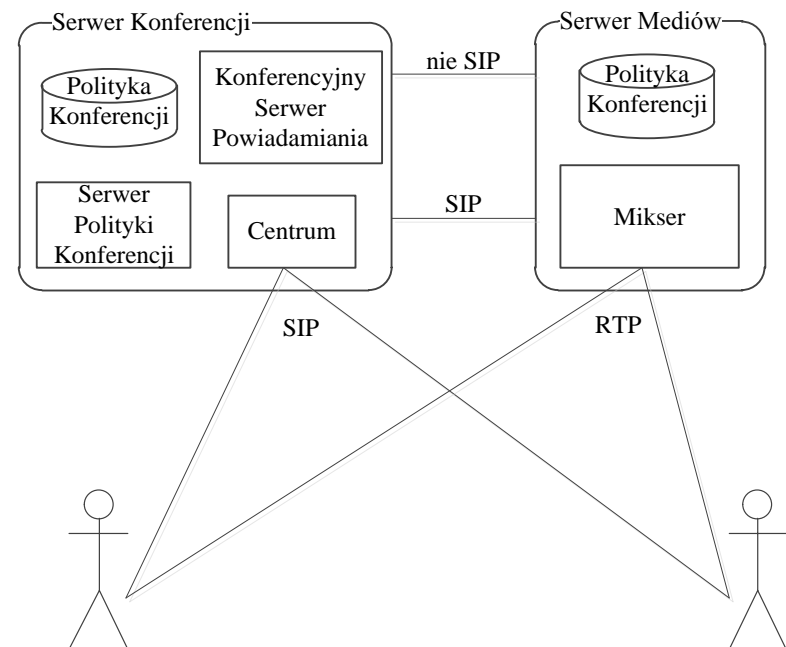


Szkielet konferencji dla protokołu SIP:

Implementacja scentralizowanego serwera konferencyjnego wykorzystującego SIP :

Odmianą tego rozwiązania jest rozlokowanie elementów na różnych serwerach fizycznych.

Najczęściej rozdzieleniu podlegają centrum z serwerem powiadamiania oraz mikserem. W tym przypadku niezbędne jest współdzielenie informacji związanych z polityką konferencji. Dzięki rozdzieleniu funkcji możliwa jest większa skalowalność systemu. Ponieważ jeden serwer konferencyjny może wykorzystać większą liczbę mikserów.





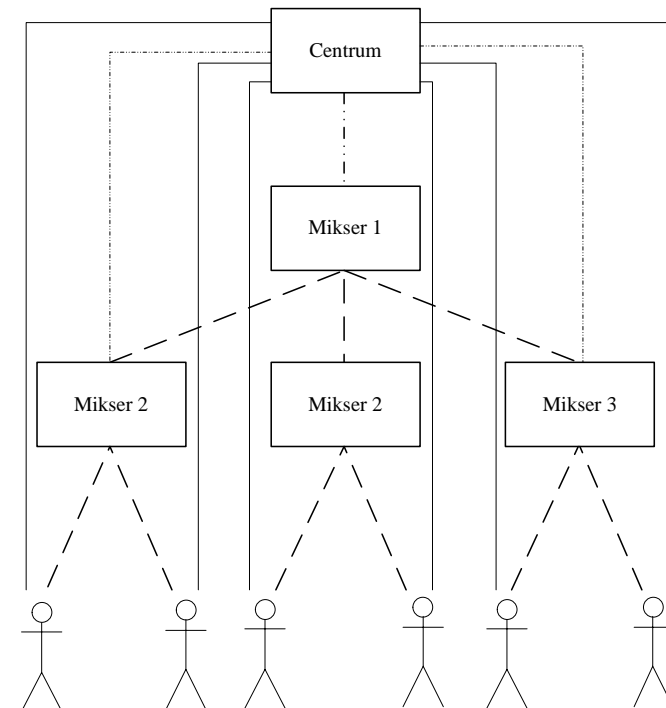
Szkielet konferencji dla protokołu SIP:

Implementacja scentralizowanego serwera konferencyjnego wykorzystującego SIP :

—— SIP - - - RTP - · - · - Protokół Sterownia

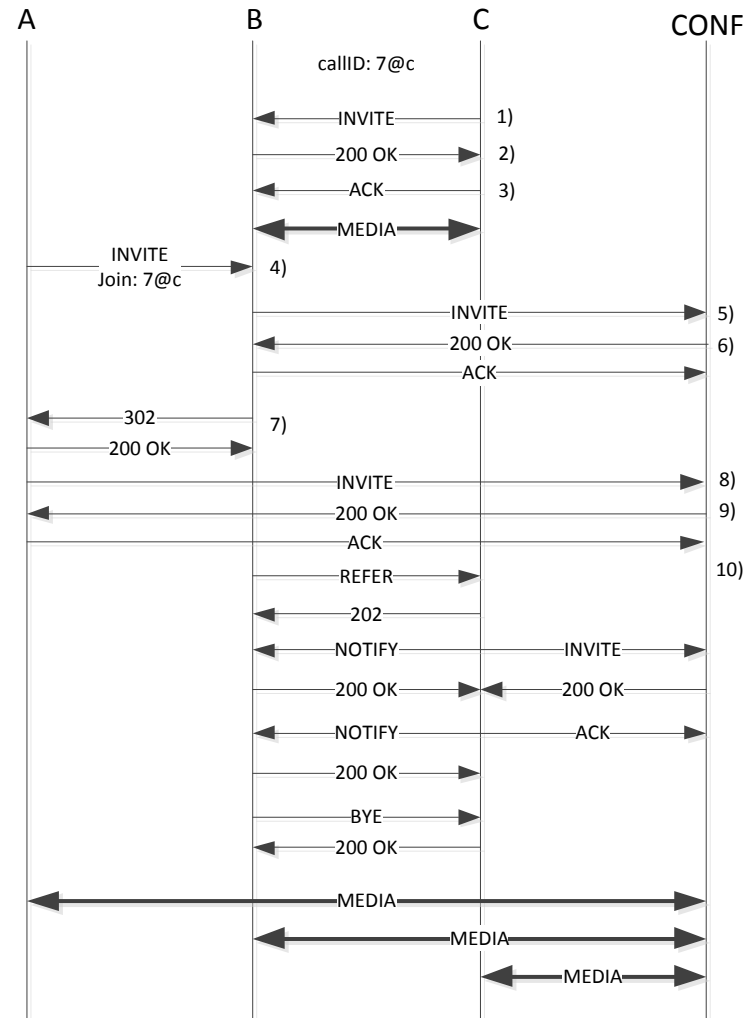
Topologia kaskadowa połączenie mikserów

Każdy z uczestników podłączony jest tylko do jednego serwera mediów, a te następnie przekazują połączone strumienie mediów do serwera wyższego rzędu. W modelu tym konferencja nadzorowana jest przez jedno centrum, które nadzoruje poszczególne serwery mediów wykorzystując dedykowany do tego protokół sterowania np. H.248. Zastosowanie kaskadowej topologii może doprowadzić do zwiększania opóźnień przetwarzania strumieni i w rezultacie obniżenia jakości konferencji.





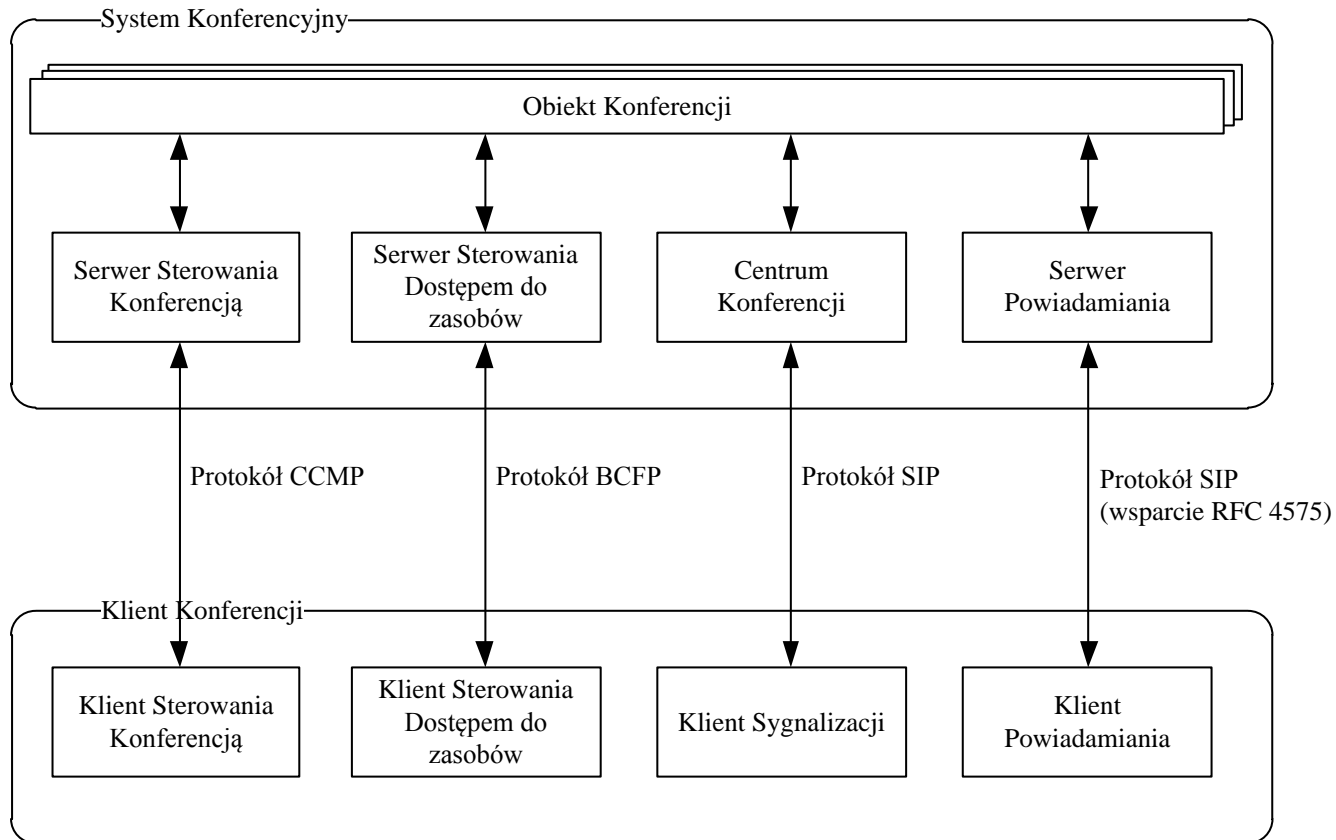
Tworzenia konferencji z istniejącej sesji między dwoma klientami:





Scentralizowany System Konferencyjny:

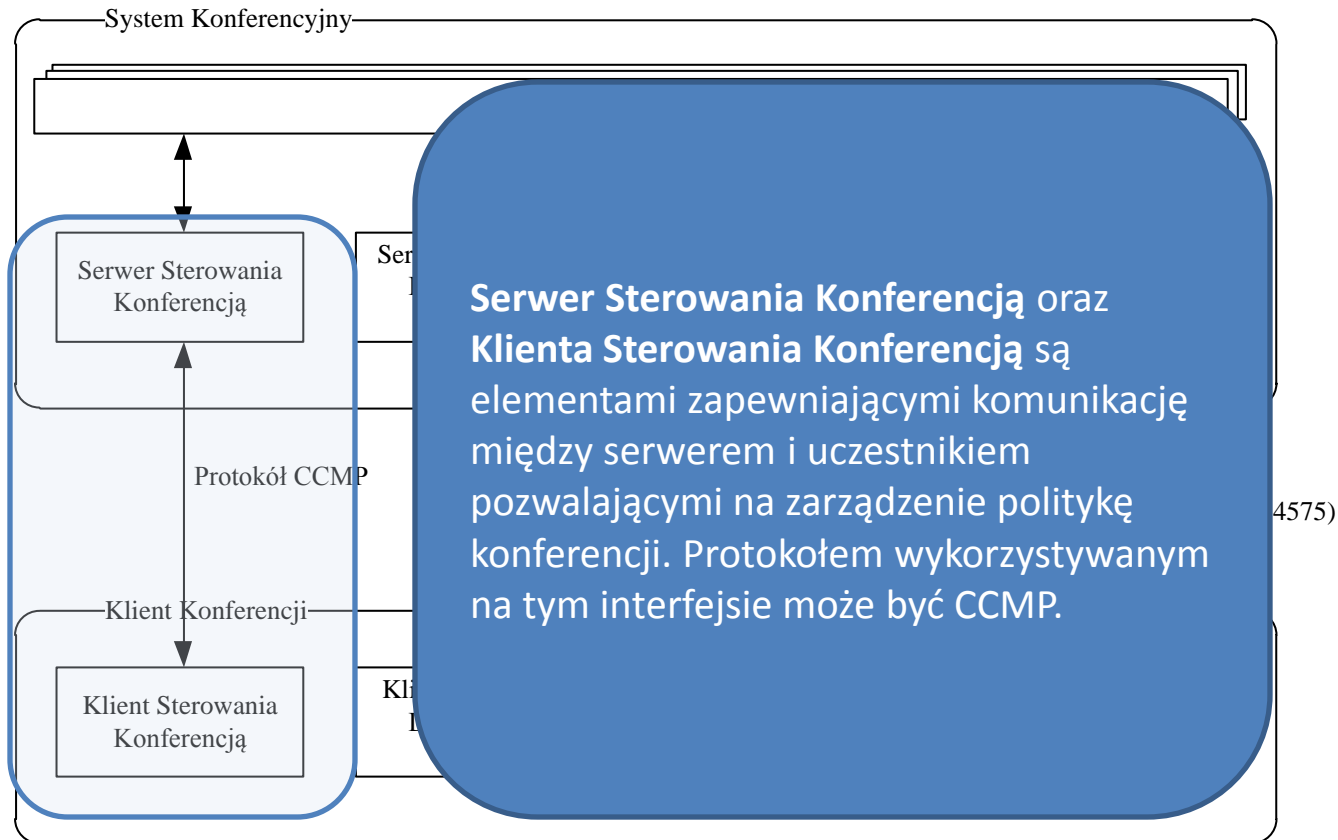
Architektura systemu XCON:





Scentralizowany System Konferencyjny:

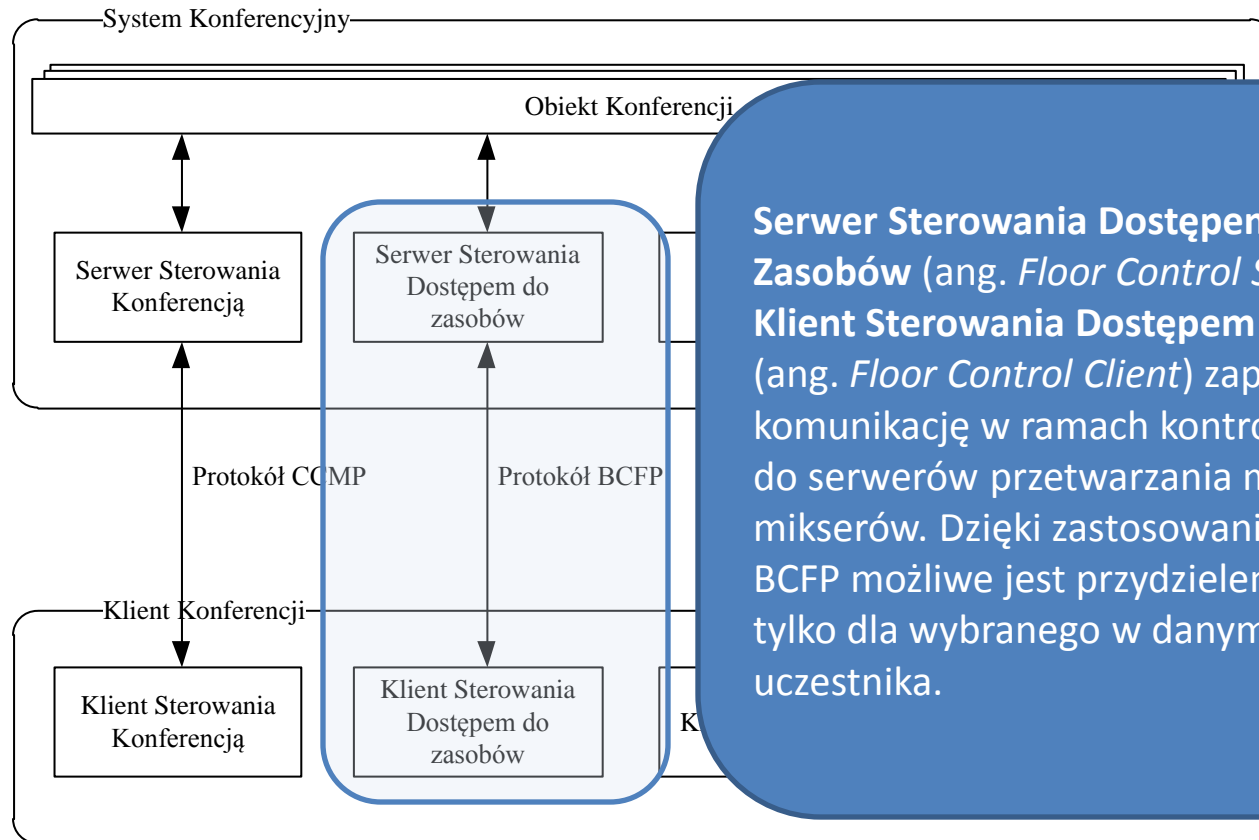
Architektura systemu XCON:





Scentralizowany System Konferencyjny:

Architektura systemu XCON:



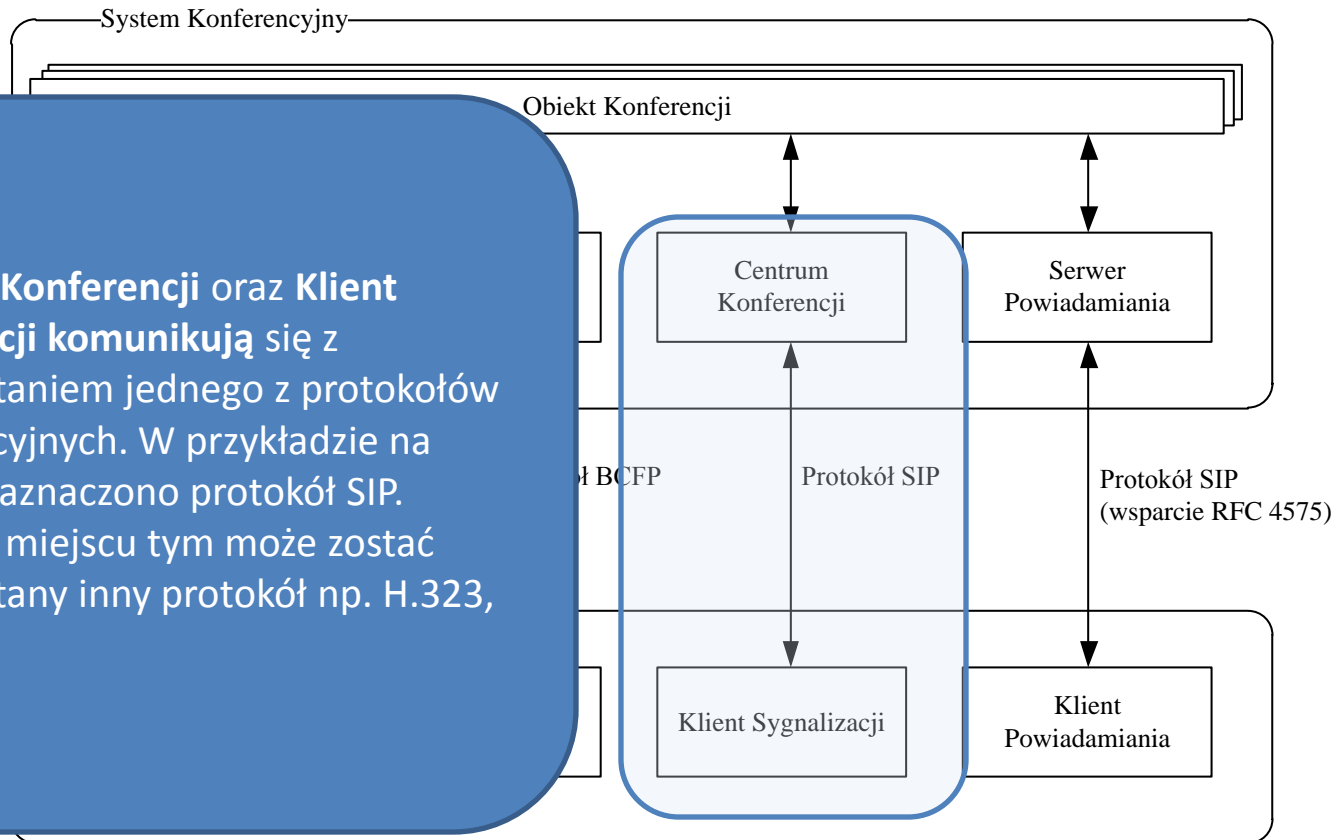
Serwer Sterowania Dostępem do Zasobów (ang. *Floor Control Server*) oraz **Klient Sterowania Dostępem do Zasobów** (ang. *Floor Control Client*) zapewniają komunikację w ramach kontroli dostępu do serwerów przetwarzania mediów, mikserów. Dzięki zastosowaniu protokołu BCFP możliwe jest przydzielenie odstępu tylko dla wybranego w danym czasie uczestnika.



Scentralizowany System Konferencyjny:

Architektura systemu XCON:

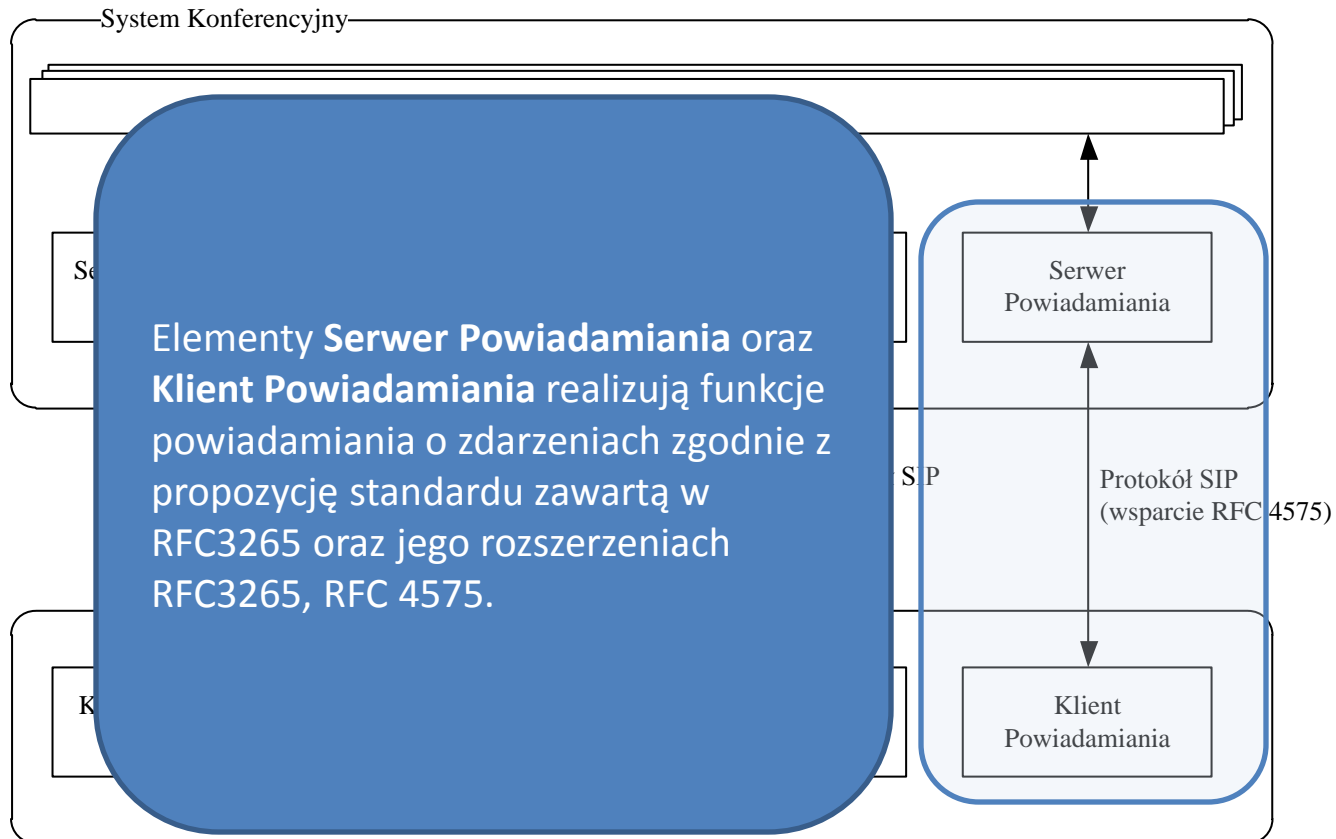
Centrum Konferencji oraz Klient Sygnalizacji komunikują się z wykorzystaniem jednego z protokołów sygnalizacyjnych. W przykładzie na rysunku zaznaczono protokół SIP. Jednak w miejscu tym może zostać wykorzystany inny protokół np. H.323, XMPP.





Scentralizowany System Konferencyjny:

Architektura systemu XCON:





Protokół CCMP (Centralized Conferencing Manipulation Protocol):

Protokół CCMP pozwala klientowi konferencji na zarządzanie polityką konferencji oraz bezpośrednio samą konferencją.

W ramach protokołu CCMP przewidziano operacje, które mogą zostać podzielone na następujące kategorie:

- tworzenie: dla generowania nowych konferencji, uczestników, dodatkowego panelu lub predefiniowanego obiektu
- odszukiwanie: dla wyszukiwania informacji o istniejących konferencjach (pozyskiwanie XCON-URI) ich stanie, uczestnikach, dodatkowych panelach oraz obiektach predefiniowanych
- aktualizacja: dla modyfikacji istniejących parametrów konferencji oraz uprawnień i cech jej uczestników
- usuwania: dla usuwania obiektu konferencji lub jej uczestników



Protokół CCMP (Centralized Conferencing Manipulation Protocol):

Protokół CCMP jest protokołem bezstanowym realizującym komunikację w formie klient-serwer. Treść wiadomości protokołu CCMP jest zgodna z formatem XML. Zaleca się aby wykorzystać protokół HTTP jako protokół transportowy pracujący w architekturze SOAP albo REST.

W celu zapewnienia integralności danych przechowywanych w obiekcie konferencji przed dokonaniem zmian elementów zawartych w tym obiekcie sprawdzana jest poprawność danych przesłanych w żądaniu. Jest to swoisty mechanizm wersjonowania.

Klient CCMP

Serwer CCMP

CCMP userRequest message

- confUserID: Alice
- confObjID: 8977794
- operation: create
- userInfo: AliceUserInfo

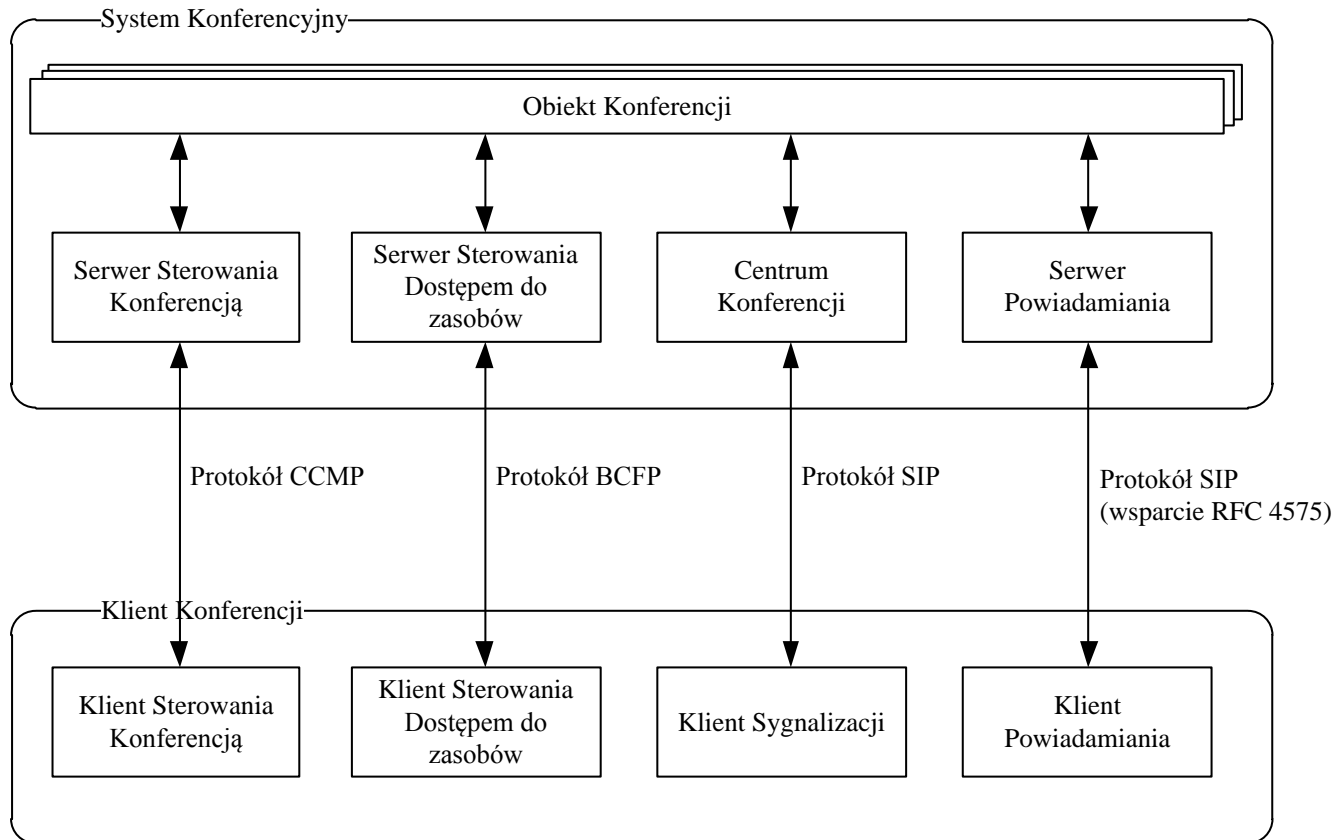
CCMP userResponse message

- confUserID: Alice
- confObjID: 8977794
- operation: create
- response-code: 200
- version: 4
- userInfo: (null)



Scentralizowany System Konferencyjny:

Architektura systemu XCON:

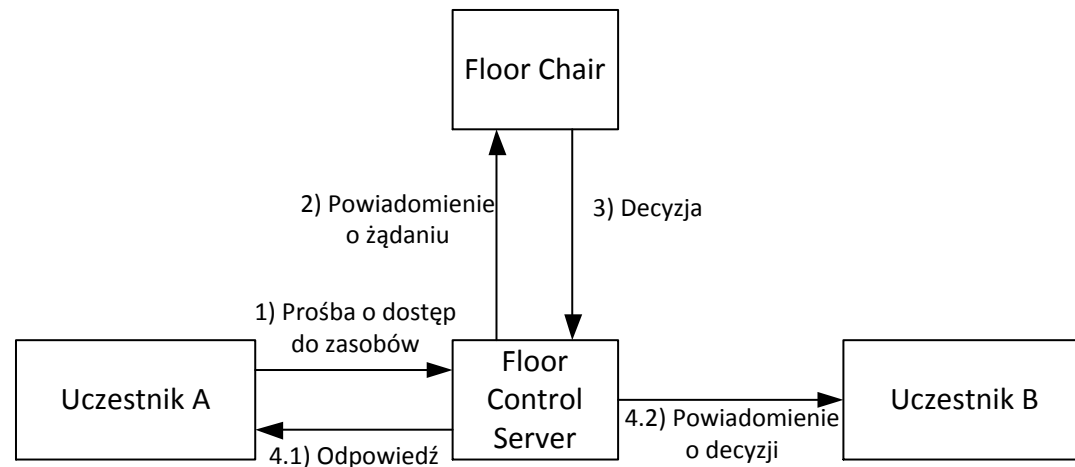




Protokół BFCP (Binary Floor Control Protocol):

Zarządzania dostępem do wspólnych zasobów konferencji (ang. flor):

Krótki czas transmisji wiadomości jest istotnym wymaganiem stawianym protokołowi BFCP. Zastosowanie binarnego formatu informacji pozwoliło na skrócenie wiadomości do minimum oraz w rezultacie spełnienie tego wymagania.

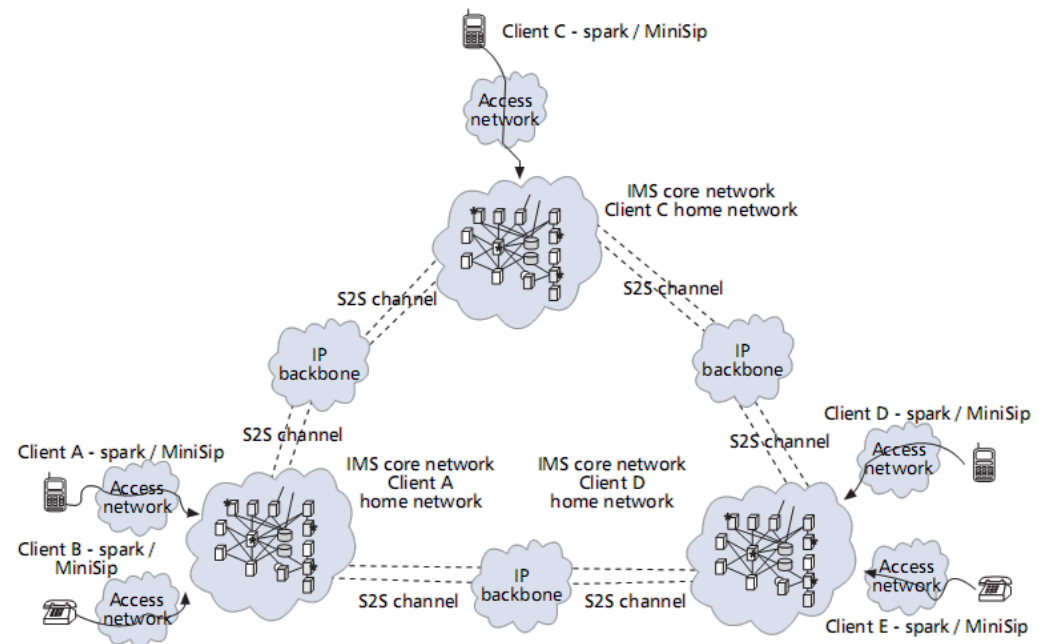




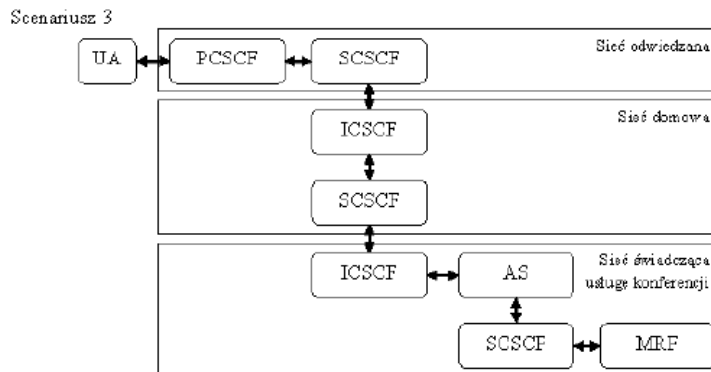
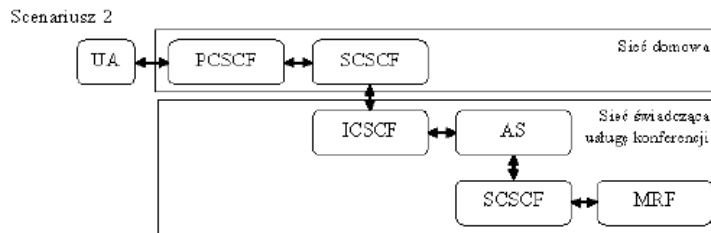
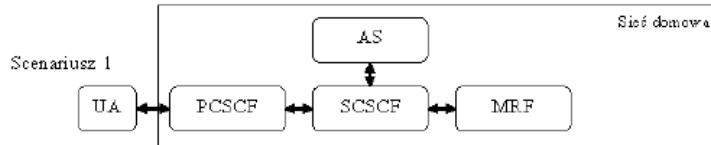
Rozproszony Scentralizowany system konferencyjny:

Architektura systemu DCON:

DCON zakłada, że rozproszony system wykorzystuje rozłożone geograficznie domeny zgodne z architekturą XCON. Znajdujące się w każdej domenie centra konferencji odpowiedzialne są za obsługę podłączonych do nich uczestników konferencji. Wymaganiem dodatkiem było zdefiniowanie mechanizmów współpracy między poszczególnymi centrami konferencji.



Scenariusze telekonferencji IMS:





Rozproszony Scentralizowany system konferencyjny:

Szczegółowy schemat połączenia między domenami DCON :

Komunikacja między domenami (server-to-server) może być realizowana z wykorzystaniem różnych protokołów (np. SIP, XMPP).

Brama sygnałizacyjna jest odpowiedzialna za określenie czy dana wiadomość sygnałizacyjna kierowana jest do węzła lokalnego, czy też powinna zostać przesłana dalej.

Zaznaczony na rysunku protokół XDSP (XCON-DCON Synchronization Protocol) odpowiedzialny jest za synchronizację między podstawowym elementem XCON oraz dołączonym do niego DCON.

